

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-036405

(43)Date of publication of application : 07.02.1997

(51)Int.Cl.

H01L 31/04  
H01L 31/042

(21)Application number : 07-182952

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 19.07.1995

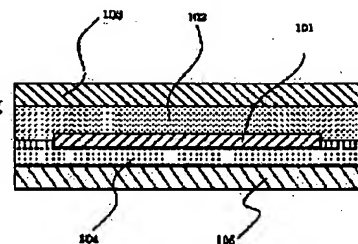
(72)Inventor : KATAOKA ICHIRO  
SHIOZUKA HIDENORI  
MORI TAKAHIRO  
YAMADA SATOSHI  
KOMORI AYAKO

## (54) SOLAR CELL MODULE AND PRODUCTION THEREOF

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a solar cell module in which delamination of surface member is retarded.

SOLUTION: A photovoltaic power element 101 is sandwiched between a surface member 103 and a rear surface member 105 through sealing resin 102, 104 to produce a laminate. The laminate is held under vacuum of 5Torr or below for 5-40min and then hot pressed under vacuum of 5Torr or below and cooled before being pasted. Consequently, the laminate is evacuated sufficiently and generation of bubble is suppressed. When the sealing resin 102, 104 is crosslinked by an organic peroxide, covalent bond between the surface member 103 and the sealing resin 102, 104 or the crosslinking of sealing resin itself is not retarded by oxygen. Consequently, adhesion between the surface member 103 and the sealing resin 102, 104 is enhanced and the sealing resin 102, 104 is prevented from softening under high temperature to cause delamination of the surface member 103 thus enhancing the reliability.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.03.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2915327

[Date of registration]

16.04.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-36405

(43)公開日 平成9年(1997)2月7日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

H01L 31/04  
31/042

識別記号

庁内整理番号

FI

H01L 31/04

技術表示箇所

F  
R

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平7-182952

(22)出願日 平成7年(1995)7月19日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 片岡 一郎

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 塩塚 秀則

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 森 隆弘

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74)代理人 弁理士 福森 久夫

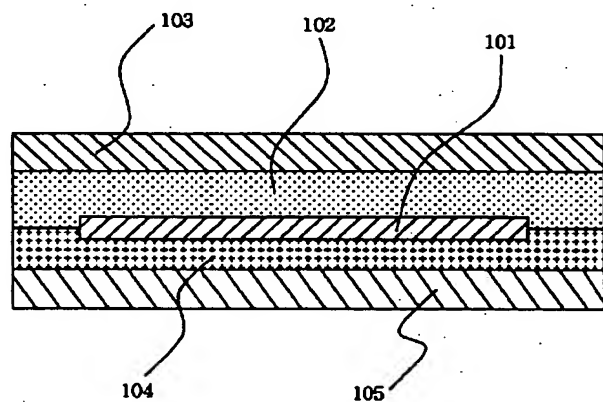
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 太陽電池モジュール及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 表面部材の剥離の生じ難い太陽電池モジュールを得る。

【解決手段】 表面部材103と裏面部材105との間に光起電力素子101が封止材樹脂102および104を介して積層体とされる。この積層体が、5 Torr以下の真空度で5分乃至40分間保持されたのち、5 Torr以下の真空度において加熱圧着され、加熱圧着後に冷却されて貼り合わされる。よって、真空引が十分行われ積層体間隙の空気が十分に排気され気泡の発生が抑制される。封止材樹脂102および104が有機過酸化物によって架橋される場合、表面部材103と封止材樹脂102および104での共有結合の生成あるいは封止材樹脂自体の架橋が酸素によって阻害されることがない。故に、表面部材103と封止材樹脂102および104の接着性に優れ、また高温使用下でも封止材樹脂102および104が軟化して表面部材103が剥離し難く、信頼性が向上する。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 表面部材と裏面部材との間に光起電力素子が封止材樹脂を介して積層体とされ、

該積層体が、5 Torr以下の真空中で5分乃至40分間保持されたのち、5 Torr以下の真空中において加熱圧着され、該加熱圧着後に冷却されて貼り合わされたことを特徴とする太陽電池モジュール。

【請求項2】 前記積層体中に、ガラス繊維不織布と有機樹脂繊維不織布のいずれか一方あるいは両方が、少なくとも1枚以上挿入されている請求項1記載の太陽電池モジュール。

【請求項3】 前記光起電力素子と前記表面部材との間に配する前記封止材樹脂は、エチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)である請求項1記載の太陽電池モジュール。

【請求項4】 前記表面部材は、透明なフッ化物重合体フィルムである請求項1記載の太陽電池モジュール。

【請求項5】 前記エチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)は、有機過酸化物によって架橋されている請求項3記載の太陽電池モジュール。

【請求項6】 前記フッ化物重合体フィルムは、エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体(ETFE)である請求項4記載の太陽電池モジュール。

【請求項7】 前記フッ化物重合体フィルムが前記封止材樹脂と接する面に、コロナ放電処理が施されている請求項4または6記載の太陽電池モジュール。

【請求項8】 光起電力素子を封止材樹脂を介して表面部材と裏面部材との間に積層した積層体を脱気しながら加熱圧着して貼り合わせる太陽電池モジュールの製造方法において、

5分乃至40分間真空引きする真空引工程と、該真空引工程の5 Torr以下の真空中において前記積層体を加熱圧着する加熱圧着工程と、前記真空引工程中に冷却する冷却工程と、を有することを特徴とする太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項9】 前記加熱圧着が、前記積層体をプレートとシリコンゴムシートとの間に挟持し、該プレートとシリコンゴムシートとの間の空間を真空引きし、前記真空引工程と加熱圧着工程と冷却工程とにおいて、前記シリコンゴムシートで前記積層体を一重真空室方式により圧着する請求項8記載の太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項10】 前記積層体中に、ガラス繊維不織布と有機樹脂繊維不織布のいずれか一方あるいは両方が、少なくとも1枚以上挿入されている請求項8記載の太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項11】 前記光起電力素子と前記表面部材との間に配する前記封止材樹脂は、エチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)である請求項8記載の太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項12】 前記エチレン-酢酸ビニル共重合体

(EVA)は、有機過酸化物によって架橋されている請求項11記載の太陽電池モジュールの製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は太陽電池モジュールおよび太陽電池モジュールの製造方法に係わり、特に、封止材樹脂を介して透明な表面部材と裏面部材とで光起電力素子を被覆した太陽電池モジュールおよび太陽電池モジュールの製造方法に関する。

**【0002】**

【従来の技術】 近年、環境問題に対する意識の高まりが、世界的に広がりを見せている。中でも、CO<sub>2</sub>排出に伴う地球の温暖化現象に対する危機感も深刻で、クリーンなエネルギーへの希求は益々強まっている。太陽電池は現在のところ、その安全性と扱い易さから、クリーンなエネルギー源として期待のもてるものといえることができる。

【0003】 代表的な太陽電池モジュールの構造を図6に示す。ここで、601は光起電力素子、603は透明な表面部材、604は裏面部材、602は封止材樹脂である。透明な表面部材はガラスが最も多く用いられている。しかし、最近ではアモルファスシリコン太陽電池を代表とする薄膜太陽電池のように、耐衝撃性、フレキシブル性に富んだ太陽電池モジュールも、その軽量性、低コストなどの点から重要性を増しつつある。光起電力素子を用いて表面部材をフッ素樹脂フィルムのような高耐候性フィルムで被覆する太陽電池モジュールの裏面部材は、通常絶縁性に優れた材料が用いられる。ナイロンフィルム、ポリエステルフィルムなどの樹脂フィルムや防湿性、耐候性が要求される場合は、代表的にはアルミラミネートドラーフィルムなどが用いられる。

【0004】 封止材樹脂は、光起電力素子表面の凹凸を埋めてさらに表面部材、裏面部材と素子を接着するためのものであり、透明な熱可塑性有機樹脂が一般的に用いられる。例えばポリビニルブチラル樹脂(以下PVB)やエチレン-酢酸ビニル共重合体(以下EVA)が代表的である。中でもEVAは、1)コストが安い、2)取り扱いが容易、3)架橋による耐熱性の向上が可能、4)長期屋外暴露に対する耐久性が高いなどの理由で急速に普及している。

【0005】 ところで、EVAを用いて表面部材と裏面部材を貼り合わせて太陽電池モジュールを製造するには二重真空室方式によるのが一般的である。図7は二重真空室方式によるラミネーターの一例であり、701は下室、702は上室、703はシリコンゴムシート、705はヒーターである。この装置を用いた太陽電池モジュールの製造は以下の工程で行われる。ただし、封止材樹脂として架橋型EVAを用いた場合である。

①太陽電池モジュール積層体709を下室に置く。

②上室、下室ともに排気する。

③封止材樹脂が熔融する温度にヒーターで加熱する。ただし、EVAの架橋反応は起こらないような温度にする必要がある。

④下室を排気したまま上室を大気圧に戻して積層体を圧着する。

⑤EVAが架橋反応を起こす温度まで加熱し、架橋が終了するまでその温度を保持する。

⑥冷却後、モジュールを取り出す。これにより、図6に示すような太陽電池モジュールを得ることができる。

【0006】また、一重真空室方式によっても太陽電池モジュールを製造することができる。一重真空室方式とは、二重真空室方式の上室がないものでありその装置の一例を図8に示す。ここで801は金属プレート、802はシリコンゴムシート、803はヒーターである。この装置を用いた場合の太陽電池モジュールの製造方法は以下の通りである。

①太陽電池モジュール積層体806をプレート上に置く。

②シリコンゴムシートを重ねる。

③プレート表面に開いた排気口804より排気し、シリコンゴムシートをプレートに吸い付かせて積層体を圧着する。

④EVAが架橋反応を起こす温度まで加熱し、架橋が終了するまでその温度を保持する。

⑤冷却後、モジュールを取り出す。

【0007】一重真空室方式は、二重真空室方式と異なり排気と同時に積層体が圧着される。このため、積層体の隙間から空気が逃げ難くなり、ラミネート後のモジュールに気泡残りが発生して外観不良となり易い。そこで、一重真空室方式で貼り合わせる場合には、積層体中に不織布を挿入することによりこの問題を解決することがしばしば行われる。そのような積層体の一例を図9に示す。この例ではガラス繊維不織布902を脱気を助ける目的で挿入している。すなわち、不織布中の空隙を伝って積層体中の空気を逃がすことにより、モジュールの気泡残りの問題を改善できる。さらにガラスは、光屈折率がEVAとほとんど同じであり、ガラス繊維不織布を光起電力素子の受光面側に挿入したとしても光散乱による光量損失が無く、またガラス繊維は耐候性にも優れているので好適に用いられている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の製造方法ではなお脱気不良でモジュールに気泡が残存することがある。この問題は二重真空室方式で特に顕著であり、ガラス繊維不織布を挿入したとしてもモジュールが大きい場合には気泡残りにより外観不良となり易く、太陽電池モジュール製造工程の歩留を下げるとなる。この原因としては、モジュール積層体が大きくなることにより積層体間隙の空気を排気する為の排気抵抗が上昇し、短い排気時間では積層体全面の空気を十分に抜

くことができないことが考えられる。

【0009】一方、表面をフッ素樹脂フィルムで被覆した太陽電池モジュールの信頼性を評価する為に温度サイクル試験、温湿度サイクル試験、屋外暴露試験を行うとフッ素樹脂フィルムに剥離が生ずることがある。フッ素樹脂フィルムには通常封止材樹脂との接着力を向上させる為にコロナ放電処理が施されている。しかし、それでもなお接着力が弱い為に上記試験で剥離が生ずる。この原因の一つに製造工程中における貼り合わせ時の真空度がある。すなわち、EVAとフッ素樹脂フィルムとの接着機構の一つとして、コロナ放電処理により活性化されたフッ素樹脂表面とEVAとの間に架橋剤によって供給されるラジカルにより共有結合が生成することが考えられる。貼り合わせ工程中の真空度が低いと残存する酸素によりラジカルの生成が阻害され、上述したEVAとフッ素樹脂間の結合ができ難くなる。また、ラジカルの生成が阻害され、EVAの架橋自体も不十分になり、高温使用下で軟化し易くなり、剥離は一層起こり易くなる。

【0010】本発明は、温湿度サイクル、屋外暴露等の使用状況において、表面部材の剥離の生じ難い太陽電池モジュールを提供することを目的とする。さらに、封止樹脂中の気泡残りにより外観不良になることが無く、モジュール製造工程における歩留を向上させる太陽電池モジュールの製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するため、本発明の太陽電池モジュールは、表面部材と裏面部材との間に光起電力素子が封止材樹脂を介して積層体とされ、この積層体が、5 Torr以下の真空度で5分乃至40分間保持されたのち、5 Torr以下の真空度において加熱圧着され、加熱圧着後に冷却されて貼り合わされたことを特徴としている。

【0012】また、上記の積層体中に、ガラス繊維不織布と有機樹脂繊維不織布のいずれか一方あるいは両方が、少なくとも1枚以上挿入されるとよい。

【0013】さらに、光起電力素子と表面部材との間に配する封止材樹脂をエチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)、表面部材を透明なフッ化物重合体フィルム、エチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)を有機過酸化物によって架橋し、フッ化物重合体フィルムをエチレン-テトラフルオロエチレン共重合体(ETFE)とするとよい。なお、このフッ化物重合体フィルムが封止材樹脂と接する面に、コロナ放電処理を施すとよい。

【0014】本発明の太陽電池モジュールの製造方法は、光起電力素子を封止材樹脂を介して表面部材と裏面部材との間に積層した積層体を脱気しながら加熱圧着して貼り合わせる太陽電池モジュールの製造方法であり、5分乃至40分間真空引きを実行する真空引工程と、この真空引工程の5 Torr以下の真空度において積層体を加熱圧着する加熱圧着工程と、真空引工程を実行中に

冷却する冷却工程とを有することを特徴としている。

【0015】また、上記の加熱圧着が積層体をプレートとシリコンゴムシートとの間に挟持し、このプレートとシリコンゴムシートとの間の空間を真空引きし、真空引工程と加熱圧着工程と冷却工程とにおいて、シリコンゴムシートで積層体を一重真空室方式により圧着するとよい。また、前記積層体中に、ガラス繊維不織布と有機樹脂繊維不織布のいずれか一方あるいは両方が、少なくとも1枚以上挿入するとよい。さらに、前記光起電力素子と前記表面部材との間に配する前記封止材樹脂は、エチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)であるとよい。また、前記エチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)は、有機過酸化物によって架橋されていると好ましい。

【0016】

【発明の実施の形態】

(作用)したがって、本発明の太陽電池モジュールおよび太陽電池モジュールの製造方法によれば、表面部材と裏面部材との間に光起電力素子が封止材樹脂を介して積層体とされ、この積層体が、5 Torr以下の真空度で5分乃至40分間保持されたのち、5 Torr以下の真空度において加熱圧着され、加熱圧着後に冷却されて貼り合わされて構成される。この方法によれば以下が期待される。

【0017】(1) 真空引が十分行なわれるため、積層体間隙の空気が十分に排気される。

(2) 封止材樹脂が有機過酸化物によって架橋される場合、表面部材と封止材樹脂間での共有結合の生成あるいは封止材樹脂自体の架橋が酸素によって阻害されることがない。故に、表面部材と封止材樹脂の接着力に優れ、また高温使用下でも封止材樹脂が軟化して表面部材が剥離し難くなる。

【0018】(実施態様例) 図1に本発明の太陽電池モジュールの概略構成図を示す。図1に於いて、101は光起電力素子、102は表面の透明な封止材樹脂、103は最表面に位置する透明な表面部材、104は裏面の封止材樹脂、105は裏面部材である。外部からの光は、表面部材103から入射し、光起電力素子101に到達し、生じた起電力は出力端子(不図示)より外部に取り出される。

【0019】光起電力素子101としては、1) 結晶シリコン太陽電池、2) 多結晶シリコン太陽電池、3) アモルファスシリコン太陽電池、4) 銅インジウムセレンイド太陽電池、5) 化合物半導体太陽電池など、従来公知な素子を目的に応じて種々選択して用いて良い。ここではその一例として導電性基体上に光変換部材としての半導体光活性層と透明導電層が形成されたものについて説明する。概略構成図を図2に示すが、この図に於いて201は導電性基体、202は裏面反射層、203は半導体光活性層、204は透明導電層、205は集電電極、206は出力端子である。

【0020】導電性基体201は、光起電力素子の基体になると同時に下部電極の役割も果たす。材料としては、シリコン、タンタル、モリブデン、タングステン、ステンレス、アルミニウム、銅、チタン、カーボンシート、鉛メッキ鋼板、導電層が形成してある樹脂フィルムやセラミックスなどがある。上記導電性基体上には裏面反射層202として、金属層、あるいは金属酸化物層、あるいは金属層と金属酸化物層を形成しても良い。金属層には、例えば、Ti, Cr, Mo, W, Al, Ag, Niなどが用いられ、金属酸化物層には、例えば、ZnO, TiO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub>などが用いられる。上記金属層及び金属酸化物層の形成方法としては、抵抗加熱蒸着法、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法などがある。

【0021】半導体光活性層203は光電変換を行う部分である。具体的な材料としては、pn接合型多結晶シリコン、pin接合型アモルファスシリコン、あるいはCuInSe<sub>2</sub>, CuInS<sub>2</sub>, GaAs, CdS/Cu<sub>2</sub>S, CdS/CdTe, CdS/InP, CdTe/Cu<sub>2</sub>Teをはじめとする化合物半導体などが挙げられる。上記半導体光活性層の形成方法としては、多結晶シリコンの場合は熔融シリコンのシート化か非晶質シリコンの熱処理、アモルファスシリコンの場合はシランガスなどを原料とするプラズマCVD、化合物半導体の場合はイオンプレーティング、イオンビームデポジション、真空蒸着法、スパッタ法、電析法などがある。

【0022】透明導電層204は、太陽電池の上部電極の役目を果たしている。用いる材料としては、例えば、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SnO<sub>2</sub>, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub>(ITO), ZnO, TiO<sub>2</sub>, Cd<sub>2</sub>SnO, 高濃度不純物をドーピングした結晶性半導体層などがある。形成方法としては抵抗加熱蒸着、スパッタ法、スプレー法、CVD法、不純物拡散法などがある。

【0023】透明導電層の上には電流を効率よく集電するために、格子状の集電電極205(グリッド)を設けてもよい。集電電極の具体的な材料としては、例えば、Ti, Cr, Mo, W, Al, Ag, Ni, Cu, Sn、あるいは銀ペーストをはじめとする導電性ペーストなどが挙げられる。集電電極の形成方法としては、マスクパターンを用いたスパッタリング、抵抗加熱、CVD法や、全面に金属膜を蒸着した後で不必要な部分をエッチングで取り除きパターニングする方法、光CVDにより直接グリッド電極パターンを形成する方法、グリッド電極パターンのネガパターンのマスクを形成した後にメッキする方法、導電性ペーストを印刷する方法などがある。

【0024】導電性ペーストは、通常微粉末状の銀、金、銅、ニッケル、カーボンなどをバインダーポリマーに分散させたものが用いられる。バインダーポリマーとしては、例えば、ポリエステル、エポキシ、アクリル、アルキド、ポリビニルアセテート、ゴム、ウレタン、フ

エノールなどの樹脂が挙げられる。

【0025】最後に起電力を取り出すために、出力端子206を導電性基体と集電電極に取り付ける。導電性基体へは銅タブ等の金属体をスポット溶接や半田で接合する方法が取られ、集電電極へは金属体を導電性ペーストや半田によって電氣的に接続する方法が取られる。

【0026】上記の手法で作成した光起電力素子は、所望する電圧あるいは電流に応じて直列か並列に接続される。また、これとは別に絶縁化した基板上に光起電力素子を集積化して所望の電圧あるいは電流を得ることもできる。

【0027】次に本発明に用いられる表面部材103及び表面封止材102について以下に詳しく説明する。

【0028】表面封止材102は、光起電力素子の凹凸を樹脂で被覆し、素子を温度変化、湿度、衝撃などの過酷な外部環境から守り、かつ表面フィルムと素子との接着を確保するために必要である。したがって、耐候性、接着性、充填性、耐熱性、耐寒性、耐衝撃性が要求される。これらの要求を満たす樹脂としては、エチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)、エチレン-アクリル酸メチル共重合体(EMA)、エチレン-アクリル酸エチル共重合体(EEA)、ポリビニルブチラル樹脂などのポリオレフィン系樹脂、ウレタン樹脂、シリコン樹脂、フッ素樹脂などが挙げられる。中でもEVAは、太陽電池用途としてバランスのとれた物性を有しており好んで用いられる。ただ、そのままでは熱変形温度が低いために容易に高温使用下で変形やクリープを呈するので、架橋して耐熱性を高めておくことが望ましい。

【0029】EVAの場合は有機過酸化化物で架橋するのが一般的である。有機過酸化化物による架橋は、有機過酸化化物から発生する遊離ラジカルが樹脂中の水素やハロゲン原子を引き抜いて、C-C結合を形成することによって行われる。有機過酸化化物の活性化方法には、熱分解、レドックス分解およびイオン分解が知られている。一般には熱分解法が好んで行われている。有機過酸化化物の化学構造の具体例としては、ヒドロペルオキシド、ジアルキル(アリル)ペルオキシド、ジアシルペルオキシド、ペルオキシケタール、ペルオキシエステル、ペルオキシカルボネートおよびケトンペルオキシドなどが挙げられる。なお、有機過酸化化物の添加量は封止材樹脂100重量部に対して0.5乃至5重量部である。

【0030】上記有機過酸化化物を封止材に併用し、真空中で加圧加熱しながら架橋および熱圧着を行うことが可能である。加熱温度ならびに時間は各々の有機過酸化化物の熱分解温度特性で決定することができる。一般には熱分解が90%、より好ましくは95%以上進行する温度と時間をもって加熱加圧を終了する。封止材樹脂の架橋を確かめるにはゲル分率を測定すれば良く、高温下での封止材樹脂の変形を防ぐためにはゲル分率が70wt%以上となるように架橋することが望ましい。

【0031】上記架橋反応を効率良く行うためには、架橋助剤と呼ばれるトリアリルイソシアヌレート(TAIC)を用いることも可能である。一般には封止材樹脂100重量部に対して1乃至5重量部の添加量である。

【0032】本実施例に用いられる封止材の材料は耐候性において優れたものである。しかし更なる耐候性の改良あるいは封止材下層の保護のために、紫外線吸収剤を併用することもできる。紫外線吸収剤としては公知の化合物が用いられる。しかし、太陽電池モジュールの使用環境を考慮して低揮発性の紫外線吸収剤を用いることが好ましい。具体的には、サリチル酸系、ベンゾフェノン系、ベンゾトリアゾール系、シアノアクリレート系の各種有機化合物を挙げることができる。

【0033】紫外線吸収剤の他に光安定化剤も同時に添加すれば光に対してより安定な封止材となる。代表的な光安定化剤はヒンダードアミン系光安定化剤である。ヒンダードアミン系光安定化剤は紫外線吸収剤のように紫外線を吸収しない。しかし、紫外線吸収剤と併用することによって著しい相乗効果を示す。勿論、ヒンダードアミン系以外にも光安定化剤として機能するものはある。但し、着色している場合が多く本発明の封止材には望ましくない。

【0034】上記紫外線吸収剤および光安定化剤の添加量は、封止材樹脂に対してそれぞれ0.1~1.0wt%、0.05~1.0wt%が望ましい。

【0035】さらに、耐熱性・熱加工性改善のために酸化防止剤を添加することも可能である。酸化防止剤の化学構造としては、モノフェノール系、ビスフェノール系、高分子型フェノール系、硫黄系、磷酸系がある。酸化防止剤の添加量は充填材樹脂に対して0.05~1.0wt%であることが好ましい。

【0036】より厳しい環境下で太陽電池モジュールの使用が想定される場合には、封止材と光起電力素子あるいは表面部材との接着力を向上することが好ましい。シランカップリング剤や有機チタネート化合物を封止材に添加することで、前記接着力を改善することが可能である。添加量は、封止材樹脂100重量部に対して0.1乃至3重量部が好ましく、0.25乃至1重量部がより好ましい。

【0037】一方、光起電力素子に到達する光量の減少をなるべく抑えるために、表面封止材は透明でなくてはならず、具体的には光透過率が400nm以上800nm以下の可視光波長領域において80%以上であることが望ましく、90%以上であることがより望ましい。また、大気からの光の入射を容易にするために、摂氏25度における屈折率が1.1から2.0であることが好ましく、1.1から1.6であることがより好ましい。

【0038】上記添加剤を配合したEVAを、シート状に成型した太陽電池用のEVAシートが市販されている。例えば、ハイシート工業(株)製のソーラーEVA

や(株)ブリヂストン製のEVASAFE WGシリーズやスプリングボーンラボラトリー社製のPHOTOCAPなどである。これらを光起電力素子と表面部材との間に挿入し、加熱圧着することにより容易に太陽電池モジュールを作製できる。

【0039】本発明で用いられる表面部材103は、太陽電池モジュールの最表層に位置するため透明性、耐候性、耐汚染性、機械強度をはじめとして、太陽電池モジュールの屋外暴露における長期信頼性を確保するための性能が必要である。本発明に好適に用いられる材料としては、白板強化ガラス、フッ素樹脂フィルム、アクリル樹脂フィルムなどがある。白板強化ガラスは透明性が高く衝撃にも強く割れ難いため、太陽電池モジュールの表面部材として広く用いられている。

【0040】しかし、最近ではモジュールに軽量性、フレキシブル性が求められる場合も多く、そのような場合には樹脂フィルムが表面部材として用いられる。中でもフッ素樹脂フィルムは、耐候性、耐汚染性に優れているため好んで用いられる。具体的には、ポリフッ化ビニリデン樹脂、ポリフッ化ビニル樹脂あるいは四フッ化エチレン-エチレン共重合体などがある。耐候性の観点ではポリフッ化ビニリデン樹脂が優れているが、耐候性および機械的強度の両立と透明性では四フッ化エチレン-エチレン共重合体が優れている。

【0041】表面樹脂フィルムの厚さは機械的強度の確保のためにある程度厚くなければならない。またコストの観点からはあまり厚すぎのにも問題がある。具体的には、20乃至200 $\mu\text{m}$ が好ましく、30乃至100 $\mu\text{m}$ がより好適である。

【0042】なお、前記封止材との接着性の改良のために、コロナ処理、プラズマ処理、オゾン処理、UV照射、電子線照射、火災処理等の表面処理を、樹脂フィルムの片面に行うことが望ましい。この中でもコロナ放電処理は、処理速度が速く比較的簡易な装置で接着力の大きな向上が図れるので好適に用いられる。

【0043】裏面部材105は、光起電力素子101の導電性基板と外部との電氣的絶縁を保つために必要である。材料としては、導電性基板と十分な電気絶縁性を確保でき、しかも長期耐久性に優れ、熱膨張、熱収縮に耐えられる、柔軟性を兼ね備えた材料が好ましい。好適に用いられるフィルムとしては、ナイロン、ポリエチレンテレフタレートが挙げられる。

【0044】裏面封止材104は、光起電力素子101と裏面部材105との接着を図るためのものである。材料としては、導電性基板と十分な接着性を確保でき、しかも長期耐久性に優れ、熱膨張、熱収縮に耐えられる、柔軟性を兼ね備えた材料が好ましい。好適に用いられる材料としては、EVA、ポリビニルブチラル等のホットメルト材、両面テープ、柔軟性を有するエポキシ接着剤が挙げられる。勿論、表面封止材と同じ材料を用いる

ことも可能であり、通常はそのような場合が多い。すなわち、上述した架橋EVAを裏面にも用いるのが一般的である。

【0045】裏面部材の外側には、太陽電池モジュールの機械的強度を増すために、あるいは温度変化による歪、反りを防止するために、補強板を貼り付けても良い。例えば、鋼板、プラスチック板、FRP(ガラス繊維強化プラスチック)板が好ましい。

【0046】以上述べた光起電力素子、封止材、表面部材、裏面部材を用いて太陽電池モジュールとする方法を次に説明する。

【0047】表面封止材102と表面部材103で光起電力素子受光面を被覆するには、シート状に成型した封止材を作製し、これを素子に加熱圧着する方法が一般的である。すなわち、光起電力素子と表面部材の間に封止材シートを挿入して加熱圧着し太陽電池モジュールとすることができる。なお、圧着時の加熱温度及び加熱時間は、架橋反応が十分に進行する温度・時間をもって決定する。また、裏面についても同様な方法で裏面部材と裏面封止材を用いて被覆を行えばよい。通常は表面封止材と裏面封止材は同じ材料であり同時に行うことができる。

【0048】加熱圧着の方法としては従来公知である真空加熱圧着法が用いられる。真空加熱圧着法には二重真空室方式と一重真空室方式とがある。ここでは一重真空室方式の一例について図3を用いて詳しく説明する。

【0049】まず図9のように光起電力素子901、表面部材904、裏面部材905、封止材シート903を重ねて太陽電池モジュール積層体900とする。この際、ガラス繊維不織布ないしは有機樹脂繊維不織布(902)を少なくとも一枚以上挿入する。より好ましくは、表面と裏面それぞれに一枚以上挿入する。図9では不織布902を封止材シート903と素子901との間に表裏一枚ずつ挿入している。不織布902は、真空引き工程における積層体間隙の空気の排気を助けるとともに、加熱工程でEVAに含浸されることによりEVAが溶融してモジュール端に流れて出してしまうのを防ぐ働きがある。さらに、EVA中に含浸されることによりEVAの補強材として機能するので、表面部材がフィルムであるような場合には、表面の傷が素子にまで及び難くするという付随的効果も合わせ持つ。

【0050】次に、前記積層体を図3(a)のようにプレート上に置きシリコンラバーシートを重ねる。この後、以下の工程によって積層体を貼り合わせる。

(第一工程)プレートの排気口から排気してシリコンラバーシートで積層体を圧着する。(図3(b))

(第二工程)プレートをEVAが架橋反応を起こす温度まで加熱し、架橋が終了するまでその温度を保持する。

(第三工程)冷却後、モジュールを取り出す。

【0051】上記第一工程及び第二工程中の積層体が存

在する空間の真空度は5 Torr以下である。より好ましくは1 Torr以下である。真空度が5 Torrを越えると、第一工程の時間を長くしても貼り合わせ後に封止材中に気泡が残留し易くなる。また、第一工程の時間は好ましくは5分乃至40分である。より好ましくは10分乃至30分である。第一工程の時間が5分未満であると積層体間隙の排気が不十分となり真空度が5 Torr以下でも気泡が残留し易くなる。一方、第一工程が40分を越えると貼り合わせ工程全体に要する時間が長くなり生産性が低くなる。

#### 【0052】

【実施例】以下、実施例に基づき本発明を詳細に説明する。

#### （実施例1）

【光起電力素子】まず、アモルファスシリコン（a-Si）太陽電池（光起電力素子）を製作する。作製手順を図2を用いて説明する。

【0053】洗浄したステンレス基板201上に、スパッタ法で裏面反射層202としてAl層（膜厚500nm）とZnO層（膜厚500nm）を順次形成する。ついで、プラズマCVD法により、SiH<sub>4</sub>とPH<sub>3</sub>とH<sub>2</sub>の混合ガスからn型a-Si層を、SiH<sub>4</sub>とH<sub>2</sub>の混合ガスからi型a-Si層を、SiH<sub>4</sub>とBF<sub>3</sub>とH<sub>2</sub>の混合ガスからp型微結晶μc-Si層を形成し、n層膜厚15nm/i層膜厚400nm/p層膜厚10nm/n層膜厚10nm/i層膜厚80nm/p層膜厚10nmの層構成のタンデム型a-Si光電変換半導体層203を形成した。次に、透明導電層204として、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>薄膜（膜厚70nm）を、O<sub>2</sub>雰囲気下でInを抵抗加熱法で蒸着する事によって形成した。さらに、集電用のグリッド電極205を銀ペーストのスクリーン印刷により形成し、最後にマイナス側端子206bとして銅タブをステンレス基板にステンレス半田208を用いて取り付け、プラス側端子206bとしては錫箔のテープを導電性接着剤207にて集電電極に取り付け出力端子とし、光起電力素子を得た。そしてこの素子を直列に接続して外形寸法300mm×1200mmのセルブロックとした。

【0054】【モジュール化】上記素子を被覆して太陽電池モジュールを作製する方法を図4を用いて説明する。

【0055】セルブロック401、EVAシート402（スプリングボーン・ラボラトリーズ社製、商標；フォトキャップA9918、厚さ460μm）、片面をコロナ放電処理したETFEフィルム403（デュポン社製、商標；テフゼルフイルム、厚さ50μm）、ガラス繊維不織布404（クレーン社製、商標；クレーンガラス230）、ナイロンフィルム405（デュポン社製、商標；ダーテック、厚さ63.5μm）、ガルバリウム鋼板406（大同鋼板社製、商標；タイマカラーGL、厚

さ0.27mm）をETFEフィルム/EVAシート/ガラス繊維不織布/セルブロック/ガラス繊維不織布/EVAシート/ナイロンフィルム/EVAシート/ガルバリウム鋼板の順に重ねて積層体400とした。

【0056】この積層体を一重真空室方式のラミネート装置のプレート上にETFEフィルム側を上にして置き、シリコンラバーシートを重ねた。次いで、プレートの排気口から真空ポンプを用いて排気シラバーをプレートに吸着させた。真空度5 Torrで5分間排気した後、プレートに埋め込んだヒータで加熱を開始し、150度に昇温してから30分間その温度を保持することによりEVAの熔融と架橋反応を行った。その後、ヒータを切りファンで風を送りプレートを40度程度にまで冷却してから排気を止め太陽電池モジュールを取り出した。出力端子は予め光起電力素子裏面にまわしておき、ラミネート後、ガルバリウム鋼板に予め開けておいた端子取り出し口から出力が取り出せるようにした。

【0057】なお、ここで用いたEVAシートは太陽電池の封止材として広く用いられているものであり、EVA樹脂（酢酸ビニル含有率33%）100重量部に対して架橋剤0.3重量部、紫外線吸収剤0.3重量部、光安定化剤0.1重量部、酸化防止剤0.2重量部、シランカップリング剤0.25重量部を配合したものである。

【0058】上記方法にて作製した太陽電池モジュールについて後述する項目について評価を行った。

【0059】（実施例2）実施例1において直列に接続した素子をさらに並列に接続して600mm×1200mmの外形寸法のセルブロックを作製し、これを用いて太陽電池モジュールを作製した。また、積層体サイズが大きくなることによる積層体間隙の排気抵抗の増大を考慮して貼り合わせ、工程時における加熱開始前の排気時間を10分間とした。それ以外は実施例1と同様である。

【0060】（実施例3）セルブロックまでは実施例1と同様に作製した。それ以降を図5を用いて説明する。

【モジュール化】セルブロック501、EVAシート502（スプリングボーン・ラボラトリーズ社製、商標；フォトキャップA9918、厚さ800ミクロン）、白板強化ガラス503（AFG社製、商標；Solatex、厚さ3.2mm）、ガラス繊維不織布504（クレーン社製、商標；クレーンガラス230）、アルミラミネートドラーフィルム505（東海アルミ箔社製）をガラス/ガラス繊維不織布/EVA/ガラス繊維不織布/EVA/ガラス繊維不織布/セルブロック/ガラス繊維不織布/EVA/アルミラミネートドラーフィルムという順に重ねて積層体500とし、一重真空室方式のラミネート装置のプレート上にガラスが下になるように置いた。

【0061】その後、実施例1と同様な操作で貼り合わ

せを行い太陽電池モジュールを得た。出力端子は予め光起電力素子裏面にまわしておき、ラミネート後、アルミラミネートテドラフィルムに予め開けておいた端子取り出し口から出力が取り出せるようにした。

【0062】（実施例4）実施例1において二重真空室方式のラミネート装置を用いて貼り合わせを行った。すなわち、積層体を下室のプレート上にETFEフィルム側を上にして置き、上室で蓋をした。次いで、上室と下室を真空ポンプを用いて真空度5 Torrで5分間排気した後、プレートに埋め込んだヒータで加熱を開始し100℃まで昇温した。次に下室を排気したまま上室を大気圧にもどし積層体を圧着した後、さらに150℃に昇温して30分間その温度を保持することによりEVAの溶融と架橋反応を行った。なおこの時の下室の真空度は2 Torrであった。その後、ヒーターを切り冷却水でプレートを40度程度にまで冷却してから排気を止め太陽電池モジュールを取り出した。その後は実施例1と同様にして太陽電池モジュールを作製した。

【0063】（実施例5）実施例1において積層体中にガラス繊維不織布を挿入しなかった。また不織布の積層体間隙の脱気補助効果がなくなることを考慮して貼り合わせ工程における加熱開始前の排気時間を40分間とした。それ以外は同様にして太陽電池モジュールを作製した。

【0064】（比較例1）実施例1において貼り合わせ工程における加熱開始前の排気時間を3分間とした。

【0065】（比較例2）実施例1において貼り合わせ

工程における加熱開始前及び加熱中の真空度を10 Torrとした。

【0066】（比較例3）実施例1において貼り合わせ工程における加熱開始前の排気時間を50分間とした。

【0067】（比較例4）実施例2において貼り合わせ工程における加熱開始前の排気時間を3分間とした。

【0068】（比較例5）実施例3において貼り合わせ工程における加熱開始前の排気時間を3分間とした。

【0069】（比較例6）実施例3において貼り合わせ工程における加熱開始前及び加熱中の真空度を10 Torrとした。

【0070】（比較例7）実施例4において上室を大気圧に戻す前までの上室と下室の真空度を15 Torr、上室を大気圧に戻した後の下室の真空度を10 Torrとした。

【0071】（比較例8）実施例5において貼り合わせ工程における加熱開始前の排気時間を3分間とした。

【0072】（評価結果）以上述べた実施例及び比較例で作製した太陽電池モジュールについて、下記項目の評価を行った。結果を表1に示す。また、貼り合わせ第一行程と第二行程のそれぞれにおける積層体が存在する空間の真空度、第一行程の時間、セルブロックの外形寸法についても表1に示してある。

【0073】

【表1】

	対応する 実施例	真空度 (Torr)		第一工程の 時間 (分)	セルブロック 外形寸法 (mm × mm)	評価結果		
		第一工程	第二工程			気泡残り (個)	温度サイクル	湿温度サイクル
実施例1	—	5	5	5	300 × 1200	0	○	○
実施例2	—	5	5	10	600 × 1200	0	○	○
実施例3	—	5	5	5	300 × 1200	0	○	○
実施例4	—	5	2 (積層体圧着後)	5	300 × 1200	0	○	○
実施例5	—	5	5	40	300 × 1200	0	○	○
-----								
比較例1	実施例1	5	5	3	300 × 1200	5~10	○	○
比較例2	実施例1	10	10	5	300 × 1200	> 100	表面フィルムが剥離	表面フィルムが剥離
比較例3	実施例1	5	5	50	300 × 1200	0	○	○
比較例4	実施例2	5	5	3	600 × 1200	10~20	○	○
比較例5	実施例3	5	5	3	300 × 1200	5~10	○	○
比較例6	実施例3	10	10	5	300 × 1200	> 100	○	○
比較例7	実施例4	15	10 (積層体圧着後)	5	300 × 1200	> 100	表面フィルムが剥離	表面フィルムが剥離
比較例8	実施例5	5	5	3	300 × 1200	> 100	○	○

【0074】（1）モジュールの気泡残り  
貼り合わせ後のモジュールの封止材中に残留している気

泡の数を数えた。気泡は肉眼で確認できるもの全てとした。

**【0075】 (2) 温度サイクル**

-40℃/1時間、90℃/1時間の温度サイクル試験を50サイクル行い、試験後の太陽電池モジュールの外観上の変化を観察した。変化のないものを○とし、変化のあったものはその状況を簡単にコメントした。

**【0076】 (3) 温湿度サイクル**

-40℃/1時間、85℃/85%RH/4時間の温湿度サイクル試験を50サイクル行い、試験後の太陽電池モジュールの外観上の変化を観察した。変化のないものを○とし、変化のあったものはその状況を簡単にコメントした。

【0077】表1から明らかなように実施例の太陽電池モジュールはいずれも気泡残りの全くない外観上優れたモジュールとすることができた。また、実施例のモジュールはいずれも温度サイクル試験、温湿度サイクル試験において問題は認められなかった。

【0078】これに対し第一工程と第二工程の真空度が5 Torrを越えたり、第一工程の時間が5分未満である比較例のモジュールではいずれも気泡残りが発生した。また表面部材にETFEフィルムを用いたモジュールにおいて、貼り合わせ工程中の真空度が5 Torrを越えると、温度サイクル試験及び温湿度サイクル試験でフィルムと封止材との界面で直径数mmの微小な剥離（マイクロデラミ）が発生することが明らかとなった。一方、第一工程の時間を50分とした比較例3では気泡残りや信頼性試験での問題はないものの、生産性が著しく低下し、実用的な貼り合わせ工程とは言い難かった。

【0079】上記の実施例によれば以下の効果が期待できる。

(1) モジュール貼り合わせ工程終了後に封止材中に気泡が残留し難くなる。すなわち、十分な真空引きによって積層体間隙の空気が十分に排気され気泡の発生を抑制できる。

【0080】(2) 太陽電池モジュールに温度サイクル試験、温湿度サイクル試験等の信頼性試験における表面部材と封止材樹脂間での剥離の発生を少なくできた。すなわち、積層体が存在する空間の真空度を5 Torr以下とするので封止材樹脂が有機過酸化物によって架橋される場合、表面部材と封止材樹脂間での共有結合の生成あるいは封止材樹脂自体の架橋が酸素によって阻害され難くなる。これにより、表面部材と封止材樹脂の接着力が増し、信頼性を向上させることができる。

【0081】さらに、太陽電池モジュール積層体中にガラス繊維不織布と有機樹脂繊維不織布のいずれかあるいは両方を少なくとも1枚以上挿入することによって、

(3) 真空引きの効果をなお一層享受することができる。すなわち、積層体中に挿入された不織布が積層体間隙の排気を助けるので、貼り合わせ後のモジュールに残留する気泡の数をほぼ完全にゼロにすることができる。

【0082】封止材樹脂のうち少なくとも光起電力素子

と表面部材との間に配する封止材樹脂をエチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)とすることによって、

(4) 従来から太陽電池モジュールの封止材として最も用いられている樹脂であり、現状の封止材構成を大きく変更することなしに上述した効果を得ることができる。

【0083】さらに、エチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)を有機過酸化物によって架橋することによって、

(5) 耐熱性に優れた封止材樹脂となる。すなわち、高温使用下で封止材樹脂が軟化して表面部材が剥離したり、封止材樹脂が流れ出すようなことがない。さらに、酸素による架橋阻害を抑制できるので、(2)で述べた理由で太陽電池モジュールの信頼性の向上がより顕著に現れる。

【0084】太陽電池モジュール積層体をプレートとシリコンゴムシートとの間に挟持し、プレートとシリコンゴムシートとの間の空間を真空引きしてシリコンゴムシートで積層体を圧着する。いわゆる、一重真空室方式であることによって、

(6) 貼り合わせに用いるラミネーターの構造が簡単になり装置コストが安くなる。したがって、モジュールを量産する場合に多額の設備投資を必要とせず、多くのラミネーターを導入することができる。さらに、一重真空室方式に本発明を適用すれば、真空引きの効果がより一層明確なものとなる。すなわち、一重真空室方式では真空引きと同時に積層体を圧着するため積層体の間隙が二重真空室方式に比べて著しく狭くなり、排気抵抗が大きくなる。したがって貼り合わせ後の残留気泡が極めて発生し易いという問題を有しているが、本実施例によりその問題を劇的に改善することができる。

【0085】一方、透明な表面部材がフッ化物重合体フィルムであることによって、

(7) 耐候性に優れた被覆となる。すなわち、封止材樹脂と相まって、フッ化物重合体の有する耐候性が期待できる。

【0086】フッ化物重合体フィルムをエチレン-テトラフルオロエチレン共重合体(ETFE)とすることによって、

(8) 四フッ化エチレン-エチレン共重合体が有する耐候性・透明性・機械的強度を生かした被覆となる。

【0087】フッ化物重合体フィルムの封止材樹脂と接する面にコロナ放電処理を施すことによって、

(9) 封止材樹脂とフッ化物重合体フィルムとの接着力を高めることができる。なお、上記実施例に係わる太陽電池モジュールおよび太陽電池モジュールの製造方法は以上の実施例に何等限定されるものではなく、その要旨の範囲内で種々変更することができる。

**【0088】**

【発明の効果】以上の説明より明らかなように、本発明の太陽電池モジュールおよび太陽電池モジュールの製造

方法は、表面部材と裏面部材との間に光起電力素子が封止材樹脂を介して積層された積層体が、5 Torr以下の真空度で5分乃至40分間保持されたのち、5 Torr以下の真空度において加熱圧着され、加熱圧着後に冷却されて貼り合わされて構成される。よって、真空引が十分行なわれ積層体間隙の空気が十分に排気されるため、気泡の発生が抑制される。封止材樹脂が有機過酸化物によって架橋される場合、表面部材と封止材樹脂間での共有結合の生成あるいは封止材樹脂自体の架橋が酸素によって阻害されることがない。故に、表面部材と封止材樹脂の接着力に優れ、また高温使用下でも封止材樹脂が軟化して表面部材が剥離し難く、信頼性が向上する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の太陽電池モジュールおよび太陽電池モジュールの製造方法に基づき製造される太陽電池モジュールの概略断面図の一例である。

【図2】光起電力素子の基本構成を示す図であり、(a)が概略断面図、(b)が受光側上面図である。

【図3】一重真空室方式による太陽電池モジュールの製造工程の一例を示す模式図である。

【図4】実施例1の太陽電池モジュール積層体の概略断面図である。

【図5】実施例3の太陽電池モジュール積層体の概略断面図である。

【図6】従来一般的な太陽電池モジュールの概略断面構成を示す図である。

【図7】二重真空室方式のモジュール貼り合わせ装置の概略断面図の一例である。

【図8】一重真空室方式のモジュール貼り合わせ装置の概略断面図の一例である。

【図9】太陽電池モジュール積層体の一例である。

#### 【符号の説明】

101、601、901 光起電力素子、

102 表面封止材、

103、603、904 表面部材、

104 裏面封止材、

105、604、905 裏面部材、

201 導電性基板、

202 裏面反射層、

203 半導体光活性層、

204 透明導電層、

205 集電電極、

206 端子、

207 導電性ペースト、

208 半田、

301、704、801 金属プレート、

302、703、802 シリコンラバーシート、

304、400、500、709、806、900 太陽電池モジュール積層体、

303、708、805 Oリング、

305、706、707、804 排気口、

306 真空ポンプ、

401、501 セルブロック、

402、502 EVAシート、

403 ETFEフィルム、

404、504 ガラス繊維不織布、

405 ナイロンフィルム、

406 鋼板、

503 ガラス、

505 アルミラミネートテドラーフィルム、

602 封止材、

701 下室、

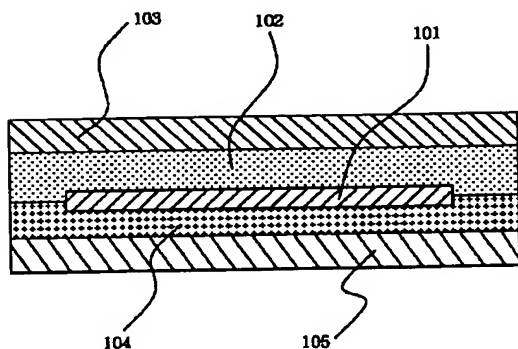
702 上室、

705、803 ヒーター、

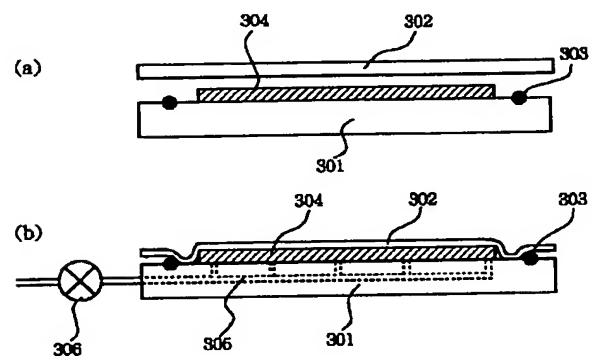
902 不織布、

903 封止材シート。

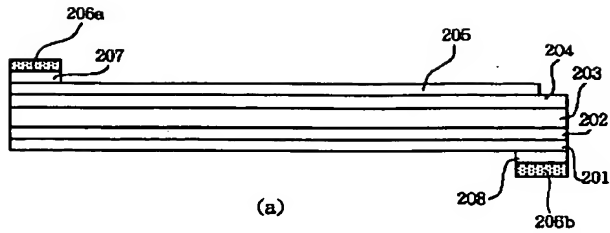
【図1】



【図3】

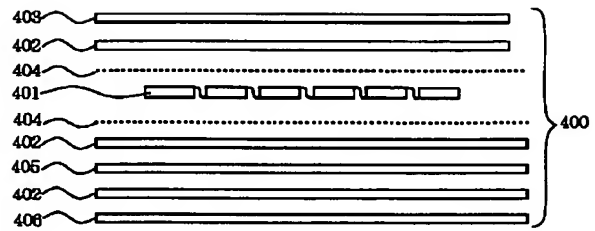


【図 2】

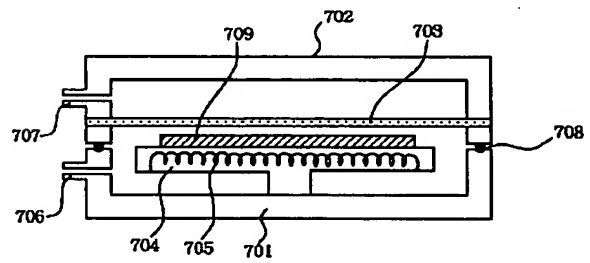


(a)

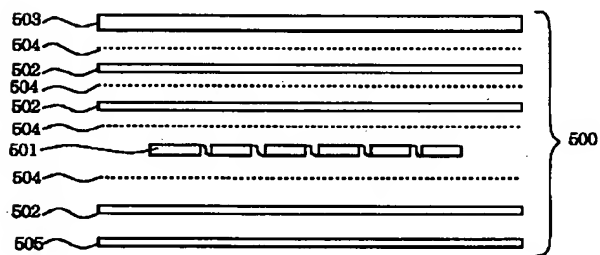
【図 4】



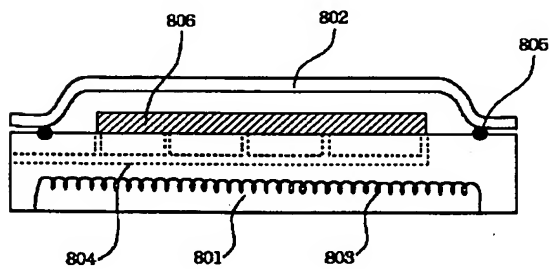
【図 7】



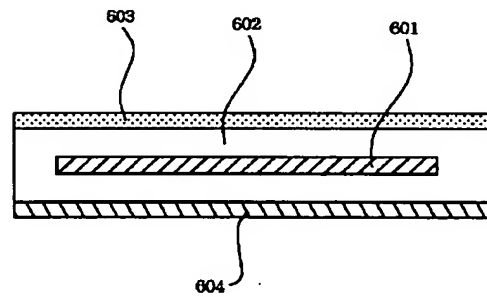
【図 5】



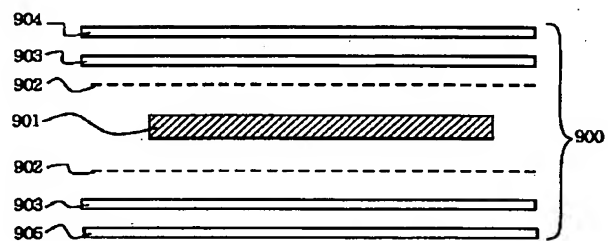
【図 8】



【図 6】



【図 9】



フロントページの続き

(72) 発明者 山田 聡  
東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号キヤノ  
ン株式会社内

(72) 発明者 小森 綾子  
東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号キヤノ  
ン株式会社内